

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-004225

(43)Date of publication of application : 06.01.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04L 12/56

H04Q 3/00

(21)Application number : 09-153245

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 11.06.1997

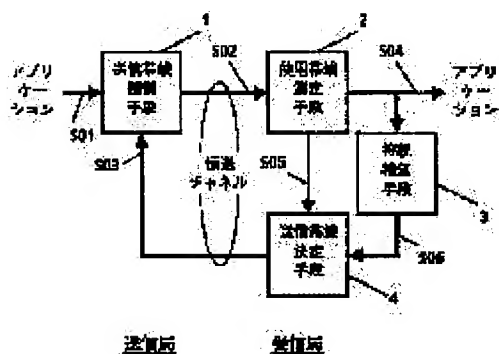
(72)Inventor : MAEDA YASUYORI

(54) DATA TRANSMITTER AND DATA TRANSMISSION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dynamically control the transmission band of high band burst traffic in accordance with the increase of use band of other traffics by providing a means for controlling the transmission band with a transmission station and deciding a new transmission band of the transmission station which transmits a data packet at a reception station based on the result of connection detection means.

SOLUTION: A transmission band control means 1 at a transmission station controls a start of data transmission and a band change or the like of data transmission in accordance with a transmission instruction informed by a reception station. The reception station receives a packet traffic which makes a wide band burst traffic and a narrow band traffic multiplexed on the same transmission channel, a band for use measuring means 2 measures the total band for use by these packet traffics and a connection detection means 3 detects a connection message switching. A transmission band decision means 4 decides and instructs an initial value of the transmission band of the wide band burst traffic based on the measured result of the use band.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-4225

(43)公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 4 L 12/28
12/56
H 0 4 Q 3/00

識別記号

F I
H 0 4 L 11/20 G
H 0 4 Q 3/00
H 0 4 L 11/20 1 0 2 E

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平9-153245

(22)出願日 平成9年(1997) 6月11日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 前田 康順

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

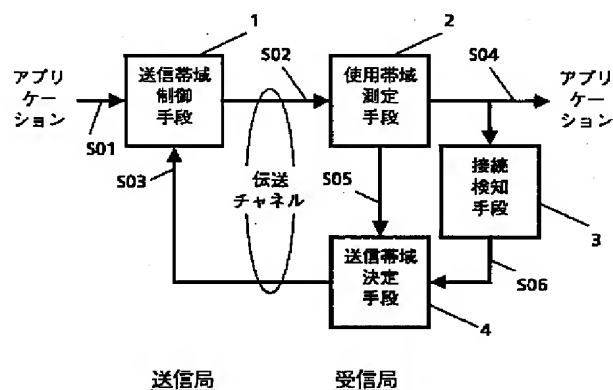
(74)代理人 弁理士 澤田 俊夫

(54)【発明の名称】 データ伝送装置およびデータ伝送方法

(57)【要約】

【課題】 広帯域バースト・トラフィックの送信帯域を、他のトラフィックの使用帯域の増加にあわせて動的に制御し、伝送帯域の負荷に係わりなく、高い帯域利用効率、正確なデータ伝送を実行する。

【解決手段】 データ受信局は、受信データ・パケット・トラフィックの伝送チャンネルの使用帯域を測定し、他のデータ送信局からのデータ受信局に対する伝送チャンネルを使用した新たなデータ・パケット伝送に関する接続メッセージを検知し、現在の伝送チャンネルの使用帯域と接続メッセージに基づく新たなデータ・パケット伝送によって生ずる推定使用帯域との総和が伝送帯域を超えないように、新たな送信帯域を決定し、これをデータ送信局に対して通知する。データ送信局は、決定された新たな送信帯域に基づいて、使用するデータ送信帯域を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 データ送信局と、データ受信局と、前記データ送信局からのデータ・パケットを前記データ受信局に伝送するデータ伝送チャネルとを含むデータ伝送装置において、

前記データ送信局は、

該データ送信局から前記データ受信局へのデータ伝送に使用する前記データ伝送チャネルの送信帯域を前記データ受信局から指示される送信帯域に基づいて制御する送信帯域制御手段と、

該送信帯域制御手段によって制御された送信帯域に基づき、前記データ受信局に対してデータを送信するデータ送信手段とを有し、

前記データ受信局は、

受信データ・パケット・トラフィックの前記伝送チャネルの使用帯域を測定する使用帯域測定手段と、

前記データ受信局に対するデータを送信中であるデータ送信局以外の他のデータ送信局からの前記データ受信局に対する前記伝送チャネルを使用した新たなデータ・パケット伝送に関する接続メッセージを検知する接続検知手段と、

前記使用帯域測定手段によって測定される現在の前記伝送チャネルの使用帯域と、前記接続検知手段によって検知された接続メッセージに基づく新たなデータ・パケット伝送によって生ずる推定使用帯域との総和が前記伝送チャネルの帯域を超えないように、データ・パケットを送信中の前記データ送信局の新たな送信帯域を決定し、該決定された新たな送信帯域を前記データ送信局に対して通知する送信帯域決定手段と、
を有することを特徴とするデータ伝送装置。

【請求項2】 前記データ受信局は、アプリケーションに対応するプロトコル識別子、および接続識別子のテーブルを有し、前記接続検知手段は、受信パケット中に含まれるプロトコル識別子および接続識別子に基づいてアプリケーションを特定し、前記接続メッセージを検知することを特徴とする請求項1記載のデータ伝送装置。

【請求項3】 前記データ受信局における前記接続検知手段は、データ送受信を実行するアプリケーションごとに設けられ、該各アプリケーションにおける接続メッセージの交換により前記接続メッセージの検知を行うことを特徴とする請求項1記載のデータ伝送装置。

【請求項4】 前記データ受信局は、アプリケーション毎の推定使用帯域の対応テーブルを有し、該対応テーブルに基づいて前記接続メッセージの検知されたアプリケーションの推定使用帯域を判定する構成を有することを特徴とする請求項2または3記載のデータ伝送装置。

【請求項5】 データ送信局と、データ受信局と、前記データ送信局からのデータ・パケットを前記データ受信局に伝送するデータ伝送チャネルとを含むデータ伝送装置におけるデータ伝送方法において、

前記データ受信局は、

受信データ・パケット・トラフィックの前記伝送チャネルの使用帯域を測定する使用帯域測定ステップと、

前記データ受信局に対するデータを送信中であるデータ送信局以外の他のデータ送信局からの前記データ受信局に対する前記伝送チャネルを使用した新たなデータ・パケット伝送に関する接続メッセージを検知する接続検知ステップと、

前記使用帯域測定手段によって測定される現在の前記伝送チャネルの使用帯域と、前記接続検知手段によって検知された接続メッセージに基づく新たなデータ・パケット伝送によって生ずる推定使用帯域との総和が前記伝送チャネルの帯域を超えないように、データ・パケットを送信中の前記データ送信局の新たな送信帯域を決定し、該決定された新たな送信帯域を前記データ送信局に対して通知する送信帯域決定ステップとを有し、

前記データ送信局は、

前記データ受信局の送信帯域決定ステップによって決定された新たな送信帯域に基づいて、データ送信局からデータ受信局へのデータ伝送に使用する前記データ伝送チャネルの送信帯域を制御する送信帯域制御ステップと、該送信帯域制御ステップによって制御された送信帯域に基づき、前記データ受信局に対してデータを送信するデータ送信ステップと、

を有することを特徴とするデータ伝送方法。

【請求項6】 前記データ送信局における送信帯域制御ステップによるデータ伝送帯域の変更は、前記データ受信局によって検知された接続メッセージに基づく前記他の送信局からの新たなデータ・パケット伝送による前記伝送チャネルの使用帯域の増加が発生する以前の時点に実行されることを特徴とする請求項5記載のデータ伝送方法。

【請求項7】 前記データ受信局は、特定アプリケーションに対応するプロトコル識別子、および接続識別子のテーブルを有し、前記データ受信局における前記接続検知ステップは、受信パケット中に含まれるプロトコル識別子および接続識別子に基づいてアプリケーションを特定するステップを有することを特徴とする請求項5または6記載のデータ伝送方法。

【請求項8】 前記データ受信局における前記接続検知ステップは、データ送受信を実行するアプリケーションごとの接続メッセージの交換ステップによって実行されることを特徴とする請求項5または6記載のデータ伝送方法。

【請求項9】 前記データ受信局は、アプリケーション毎の推定使用帯域の対応テーブルを有し、該対応テーブルに基づいて前記接続メッセージの検知されたアプリケーションの推定使用帯域を判定するステップを有することを特徴とする請求項7または8記載のデータ伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、複数の送信局からのパケットを同一の伝送チャネル上に多重して、受信局に伝送するパケット交換ネットワークにおいて、送信帯域を制御することによって、伝送チャネル多重における輻輳を回避するデータ伝送装置およびデータ伝送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

〔伝送帯域の競合〕同一のネットワーク上で、複数端末が任意のタイミングでデータ伝送を行う場合、各々の伝送間で伝送帯域の競合が発生する。ネットワークには、一般に複数の端末が接続され、各端末間では、ネットワークを構成する伝送媒体を介してデータ伝送を行う。伝送帯域は、単位時間当たりの伝送データ量で表される。伝送媒体の持つ伝送能力には限界があり、その最大伝送帯域 R_{max} は、一定の有限な値である。

【0003】伝送媒体の持つ帯域は、複数のデータ伝送によって共有され、個々のデータ伝送では、それぞれの単位時間当たりの伝送データ量に従った帯域を使用する。各データ伝送の帯域使用量 $r(t)$ は時々刻々と変化する。

【0004】同一の伝送媒体の持つ帯域を共有するデータ伝送の帯域使用量の合計 $\sum r(t)$ が、伝送媒体の最大伝送帯域 R_{max} より多い場合、それぞれのデータ伝送間で、共有帯域の奪い合いとなる。これを競合と呼ぶ。

【0005】競合はつぎのような理由で生じる。データ伝送の主体は、ネットワークに接続される各端末の上で稼働するアプリケーションである。一般に、端末上では複数種類のアプリケーションが稼働する。また、当然、ネットワーク全体で見ても複数種類のアプリケーションが稼働する。各アプリケーションによるデータ伝送の状況は、その開始時刻、終了時刻、送信端末、受信端末、経路、使用帯域の経時変化によって特徴づけられる。データ伝送を行うアプリケーションの中には、例えば、人間によるインタラクションが伝送データの源泉となる $telnet$ などの様に、それ自体のデータ伝送の状況が予測不可能なアプリケーションも存在する。

【0006】一方、一般に、データ伝送はISOの7階層参照モデルに代表されるような機能的な階層構造によって実現されるが、従来のネットワーク一般においては、そこで稼働するアプリケーションは不定であり、データ伝送を制御する機能階層では、ある特定のアプリケーションでのみ取得可能な情報を制御の前提とすることができない。つまり、機能的にアプリケーションより下位の階層となる伝送媒体の側からみて、それを共用してデータ伝送を行う各アプリケーションからのデータ伝送の状況は全て同様に取得不可能な情報として取り扱われ

ている。

【0007】その為、従来のネットワークにおいては、各データ伝送の開始時刻、終了時刻、送信端末、受信端末、経路、使用帯域の変化といった伝送状況の全てを掌握することは困難であり、これらの情報は統計・確率的に予測されるのが一般的であった。

【0008】また、ネットワーク上でデータ伝送を行うアプリケーションは、一般に独立して稼働しており、後に説明する回避型輻輳制御を実行しない各アプリケーションは、その他のアプリケーションによるデータ伝送の状況とは無関係に、データ伝送を行う。その為、各データ伝送は、互いに独立であり、それぞれの送信端において多元的に制御されている。

【0009】このような状況において、ある一つのデータ伝送に着目すると、その伝送で利用可能な帯域 $R(t)$ は、他のデータ伝送の帯域使用状況との兼ね合いで、時々刻々と変化する。他のデータ伝送はそれぞれの送信端において独立に制御されている。従って、データ伝送の送信端において、他のデータ伝送の帯域使用状況は掌握不可能である。

【0010】データ伝送の送信端において、他のデータ伝送の帯域使用状況を予測し、自身のデータ伝送による帯域使用量を制御する場合、その予測を誤った場合には、同一の伝送媒体を共用するデータ伝送の帯域使用量の合計 $\sum r(t)$ が、時として、伝送媒体の最大伝送帯域 R_{max} を越えることがある。

【0011】このような競合は帯域の利用効率を低下させるので回避することが望まれる。すなわち、帯域の競合により伝送に必要な帯域が得られなかった場合には、その分のデータが損失する。一般に、データが損失した場合には、その再送を行うが、これにより実効的な帯域の利用効率〔伝送に成功したデータ量／伝送に使用された帯域量〕は低下する。競合を抑制し、かつ、限られた伝送媒体の最大伝送帯域を効率よく活用するには、データ伝送の送出端において、その時点でその伝送に利用可能な帯域 $R(t)$ と、その伝送が使用する帯域 $r(t)$ を等しく制御することが必要である。

【0012】〔従来の帯域競合の制御方式〕つぎに従来の伝送技術における帯域競合の制御方式について説明する。同一の伝送媒体を共有して複数のデータ伝送を行う為には、各データ伝送間で帯域の配分を行う交換技術が必要である。交換技術の代表的な方式として、パケット交換方式がある。これは、データをパケットと呼ばれる小単位に分割して伝送する。パケットは、その伝送経路上の各伝送媒体に至る毎に帯域を割当てられる。つまり、パケット交換においては、各伝送媒体の帯域は、各時点で帯域を共有するデータ伝送間でパケット単位に動的に配分される。

【0013】このパケット交換方式における帯域競合の制御方式として追値制御がある。これは、変動する目標

値「時刻 t で伝送に利用可能な帯域量 $R(t)$ 」に対して、制御量「時刻 t において伝送で使用する帯域量 $r(t)$ 」を操作し、両者の差分 $|R(t) - r(t)|$ をゼロにするよう制御するものである。

【0014】パケット交換方式は、実際に伝送媒体の帯域を使用している伝送に対して、動的に帯域を配分するため、伝送媒体の最大伝送帯域 R_{max} を無駄なく利用できる。しかし、その一方で、使用帯域の追値制御を行う必要があり、その際、制御量の操作に過不足が生じる場合がある。

【0015】例えば、 $R(t) - r(t) > 0$ （制御量過少）の場合は、伝送に使用されない帯域が発生し、帯域利用効率が低下する。

【0016】また、 $R(t) - r(t) < 0$ （制御量過多）の場合は、伝送帯域が競合する。一般には、伝送媒体前後でデータのバッファリングを行い帯域使用量を時間的に平均化することで制御量の過多を吸収する。しかし、バッファもまた、帯域と同様に競合の対象となる。また、バッファ長が十分長い場合でも、バッファリングによるデータ伝送遅延が増大する。一般に、データ伝送遅延は、帯域競合の増加に合わせて増大し、これに伴い、データ伝送遅延のばらつきも拡大する。

【0017】図1に示すように、複数の送信局が同一の受信局へと、各々任意のタイミングでデータ伝送を行うパケット交換ネットワークでは、各送信局から送信されるパケットを受信局への伝送チャンネル上に多重化するバッファ（以下、多重化バッファという）において、入力パケット・トラフィックの使用帯域の総和（バッファへの入力帯域）が伝送チャンネル帯域（バッファからの出力）を上回る状態が発生することがある。

【0018】このような場合、伝送チャンネル帯域を上回る分の入力パケットは、多重化バッファに滞留し、出力機会を待つこととなるが、バッファ量は有限であるから、バッファ溢れによりパケットが消失する危険性を有する。パケットの消失は結果として伝送誤りとなり、ひいては、再送による帯域利用効率の低下を招く。この状態を輻輳と呼ぶ。

【0019】〔従来の輻輳制御方式〕輻輳の回避、あるいは輻輳から回復するためには、送信局において送信帯域を制御し、多重化バッファへの入力を抑制することが必要となる。これを輻輳制御と呼ぶ。輻輳制御方式には、A. 回復型輻輳制御方式、および、B. 回避型輻輳制御方式がある。

【0020】A. 回復型輻輳制御方式

先述した様に、使用帯域の追値制御を行う上で、目標値の変化を正確に予測する事は不可能である。その為、パケット交換において従来から行われている輻輳制御方式として回復型輻輳制御方式、いわゆるフィードバック制御（閉ループ制御とも呼ばれる）がある。

【0021】回復型輻輳制御方式は、データ伝送中に、

輻輳の結果事象（バッファ滞留量やパケット消失）の観測値に応じて、各送信局が独立して自律的に送信帯域を制御するものである。

【0022】このため、各送信局は、任意のタイミングで、遅滞なくデータ伝送を開始することが出来る。しかし、一方、輻輳状態の発生、または、輻輳状態への移行が検知されてから、それに応じた送信帯域制御により輻輳状態が解除されるまでの期間に、距離に比例するラウンド・トリップ遅延が含まれるため、制御遅れによるバッファ溢れが原理的に不可避である。

【0023】回復型輻輳制御方式は、次の条件で適用される。

【0024】1. ラウンドトリップ遅延が短く、また、多重されるトラフィック個々の使用帯域が、伝送チャンネルの帯域に対して比較的狭く、その変動の影響が多重化バッファで吸収可能であること。

【0025】2. 伝送要求において、パケットの消失が許容される。つまり、パケットの消失が生じた場合でも、再送による遅延が問題とならない、または、再送の必要がないこと。

【0026】回復型輻輳制御においては、目標値と制御量の観測点における両者の差分を観測し、フィードバック情報として制御点に返す。制御点ではその情報に基づき制御量を操作する。フィードバックを用いた使用帯域の追値制御は、フィードバック情報の観測点によって大きく以下のa. b. の2者に分けられる。

【0027】a. 帯域を共有する伝送媒体において、共有帯域の使用状況を観測し、その結果を送信端にフィードバックするもの

実際に適用されている代表的技術としては、EthernetにおけるCSMA/CD方式、ATMのABRサービスにおけるrmセルを用いたCI方式、および、ER方式などがある。

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

ATM: Asynchronous Transfer Mode

ABR: Available Bit Rate

rm: Resource Management

CI: Congestion Indication

ER: Explicit Rate

【0028】b. データの受信端においてデータの損失を検出し、その結果を送信端にフィードバックし、データ送信端においては、データの損失を帯域競合の結果発生したものを見なすもの。実際に適用されている代表的技術としては、TCPにおけるSlow Start方式がある。

TCP: Transmission Control Protocol

【0029】以下に、上述のa. 帯域を共有する伝送媒体において、共有帯域の使用状況を観測し、その結果を送信端にフィードバックするものの具体例を示す。

【0030】a-1. CSMA/CD方式
Ethernetは、バス型の受動的な物理的伝送媒体であり、同時に単一のバケット(Ethernetではフレームと呼ばれる)が伝送可能であるため、フレーム単位での各送信端における分散競合制御を行う。

【0031】フレームの送信端においては、伝送媒体上の信号を監視(Carrier Sense)し、他のフレームの伝送状況を検知する。伝送媒体上に他のフレームが存在しない場合、自身のフレームを送出するが、そこで同時に複数の端末がフレームを送出した場合、フレームの衝突(Collision)が発生する。

【0032】各送信端においては、フレームの衝突を検出すると、送出を中断し、Binary Exponential Backoffアルゴリズムによって衝突確率が少ないと期待される期間を決定し、その期間後に、再度フレーム送出を試みる。

【0033】a-2. rmセルによるCI方式(ATM-ABR)

ATMでは、バケット(ATMではセルと呼ばれる)交換機と呼ばれる能動的な全二重(上り下りの両方向通信)の伝送媒体を用いる。セル交換機においては、各端末から送信されたセルを、一旦バッファリングし、それぞれの目的経路へと伝送(スイッチング)する。このため、送信端においては、セルの送出間隔を操作することで伝送帯域の使用量を制御することが出来る。

【0034】ATMにおいては、交換機内のスイッチング、およびセルスイッチング先の伝送帯域の輻輳(Congestion)が発生しうる。rmセルは、各送信端から一定間隔で送出され、データ転送経路上の交換機を経由し、受信端に到着すると送信端へと返送される。CI方式においては、データ転送経路上の交換機において輻輳が検知された場合に、その時点で交換機を通過するrmセルを用いて輻輳の発生を送信端へと通知する。送信端においては、rmセルにより輻輳の発生を検知すると、確率的に輻輳を回避出来ると期待される帯域使用量まで使用帯域を低減し、また、rmセルによる輻輳の通知が解除されると、徐々に使用帯域を増加していく。なお、ある一定期間以上の休止後にデータ転送を行う場合も、輻輳をまねかないと期待される低い帯域使用から、徐々に帯域使用量を増加していく。

【0035】a-3. rmセルによるER方式(ATM-ABR)

ER方式においては、データ転送経路上の交換機において輻輳が検知された場合に、その時点で交換機を通過するrmセルを用いて、輻輳を回避出来ると期待される帯域使用量を交換機から送信端へと通知する。送信端においては、rmセルにより使用帯域の指定を受けると、そ

の指示に基づき使用帯域を操作する。

【0036】また、上述のb. データの受信端においてデータの損失を検出し、その結果を送信端にフィードバックし、データ送信端においては、データの損失を帯域競合の結果発生したものと見なすものの具体例としては、以下に示すものがある。

【0037】b-1. Slow Start方式(TCP)

TCPは、データ転送の信頼性を保証するトランスポートプロトコルである。標準のTCPにおいては、データの受信端は、データを受信したことを送信端に通知するだけである。データの損失の検出は、受信端からのデータ受信の通知がタイムアウトすることによって間接的に検出される。データ送信端では、データの損失を検出した場合、その分のデータを受信端に向けて再送する。Slow Start方式においては、データ送信端においてデータ損失を検出した場合、それが帯域の競合の結果発生したものと見なし、データの送出間隔を調整する。

【0038】具体的には、まず、連続して送出するデータを1パケットのみとする。そのデータの受信が確認された場合には、次は2パケットを連続して送出する。このようにして、各パケットの受信が確認されるごとに、順次連続して送出するパケット数を増加させていく。

【0039】フィードバック制御においては、追値制御の誤差を無くすために、上述した例a-3. . rmセルによるER方式(ATM-ABR)に示すように、目標値を直接観測し、かつ、制御量との差分を正確にフィードバックする必要がある。しかし、現実の制御系においては、制御点と観測点間には距離Lがあり、両者間でのフィードバック情報の伝搬には、最低でも $\Delta t = \text{距離} L \div \text{光速} c$ の遅延が存在する。つまり、時刻tに観測点において観測される制御量は、時刻 $t - \Delta t$ に制御点において操作された制御量 $r(t - \Delta t)$ であり、その制御量の決定に用いられたフィードバック情報は、さらに Δt 前の観測値である。

【0040】従って、現実のフィードバック制御系においては、いかに正確なフィードバックを行ったとしても、 $\Delta t = 0$ とは成り得ないため、正確な追値制御を行うこと、つまり、 $|R(t) - r(t - \Delta t)| = 0$ とする事は不可能である。

【0041】B. 回避型輻輳制御方式

回避型輻輳制御方式とは、データ伝送に先立ち、各送信局と受信局との間で送信帯域に関して折衝を行い、各送信局が受信局からの指示に従属して送信帯域を制御する輻輳制御方式である。

【0042】この技術は、データ転送に先だって、データ送信装置がデータ転送の特性情報をデータ転送制御装置に送信し、データ転送の特性情報とデータ転送媒体の情報からデータ転送の詳細な態様を決定して、その態様

に基づいてデータ転送を行なうものである。

【0043】回避型輻輳制御方式を適用するデータ転送実行アプリケーションは、ファイル転送や、プリントサービスのアプリケーションである。これらのアプリケーションの伝送対象のデータは、データ転送の開始以前に、送信端においてその全体が存在しており、そのデータ転送には以下の特徴がある。

【0044】一般に伝送データ量が既知である。また、もしデータ量が既知とならない場合でも、データ量は有限であり、伝送の終了が明らかに存在する。このようなアプリケーションの多くでは、データ転送の開始以前に、送受信端末間で伝送データ量等の制御情報が交換される。

【0045】回避型輻輳制御の際に使用されるデータ転送制御情報の基となる具体的なアプリケーション制御情報の例を以下に示す。

【0046】標準的なファイル転送プロトコルである `ftp (file transfer protocol)` においては、データ転送の開始時に、データ送信端よりデータ受信端に対して、転送されるファイルのデータ量が通知される。

【0047】UNIXオペレーティングシステムのプリントスプーラによって用いられる制御ファイルにおいては、プリントの為にプリンタスプール間で伝送されるデータファイルのファイル数、各ファイルのデータ量等の情報が含まれる。

【0048】さらに、ISO 10175: DPA (Document Printing Application) の規定においては、プリント出力に際してクライアントからプリントサーバに対して伝送されるプリント要求情報の内容に、プリント出力されるドキュメントのデータ量、ページ数、各ページデータ量や構成内容、出力部数、出力期限などといったプリントジョブの詳細を示すことが可能である。

【0049】よって、このようなアプリケーションの制御情報に基づき、そのデータ転送による帯域利用状況を導き出す事が可能である。

【0050】また、回避型輻輳制御方式を用いるデータ転送アプリケーションは、データ転送の開始以前に、送受信端末間で制御情報が交換される時点で、伝送経路を決定する事が可能であり、このようなアプリケーションにおいては、伝送データが既存であり、その生成に起因する使用帯域の変動がなく、その変動を一定とすることが可能である。

【0051】回避型輻輳制御方式を用いる場合、各データ転送の状況を一元的に掌握可能とすることが、輻輳を完全に防止するためには必要な条件となる。回避型輻輳制御が提案される以前の従来のネットワーク一般では、データ転送を行うアプリケーションは不定であり、そのデータ転送の状況を一元的に掌握することは不可能であ

り、その為、各データ転送の送信端において独立・多元的に制御されてきた。

【0052】しかし、プリントサービス等のクライアントサーバ型のアプリケーションでは、データ転送は全てサーバに集中する。従って、サーバにおいては、そこに集中するデータ転送の開始時刻、終了時刻、送信端、受信端、経路、伝送データ量、使用する帯域の変動等の制御情報を容易に取得可能であり、これらの制御情報を利用して回避型輻輳制御方式が実現した。

【0053】ネットワークを構成する伝送媒体の実際の帯域利用状況を把握するためには、本来、各伝送媒体の所在において、その帯域利用状況を観測する必要がある。しかし、ネットワークを構成する伝送媒体全ての利用状況を同時に観測し集計することは、一般的に不可能である。しかし、ネットワーク中の伝送媒体の構成とそれぞれの伝送能力を把握した上で、サーバにおける各データ転送の帯域使用状況を観測すれば、ネットワーク中の各伝送媒体での帯域利用状況は推算可能であり、回避型輻輳制御による輻輳の防止が達成される。

【0054】回避型輻輳制御方式を用いる場合、伝送されるデータは使用帯域の調整を許容し、制御可能なデータであることが条件となる。回避型輻輳制御方式を用いる以前の従来のネットワーク一般では、データ転送を行うアプリケーションは不定であり、アプリケーションによるデータ転送の要求は全て同様に取扱い、高速処理という観点でのみ転送が実行されることから輻輳が多発していた。

【0055】しかし、データ転送を行うアプリケーションの内、ファイル転送やプリントサービス等のアプリケーションにおいては、比較的大きなデータ転送遅延の許容範囲を持つため、データ転送の開始時刻、終了時刻の調整が可能である。また、これらのアプリケーションで伝送されるデータ量は、比較的大きく、帯域利用状況変動の単位が長時間である為、制御が比較的容易でもある。

【0056】プリントサービスの様なクライアントサーバ型のアプリケーションにおけるデータ特性、および、データ転送の集中形態に着目すれば、確定的な帯域使用状況に基づく一元的伝送制御を実現する要件が揃っている。よって、その要件を満たすアプリケーションによるデータ転送が主となるネットワークにおいては、確定的な帯域使用状況に基づく一元的伝送制御の適用による競合回避が実現可能である。このような条件の基に実行されるのが回避型輻輳制御である。

【0057】つぎに回避型輻輳制御に用いられるデータ転送アプリケーションにおいて、一般的なデータ転送制御情報中に含まれる情報の例を示す。

1. データ送信装置識別子
一般的には、データ送信局名を示す。
2. データ転送識別子

一般的には、単一のデータ送信局で同時に複数のデータ転送を行う場合があり、その際、いずれのデータ転送に対するデータ転送情報かを識別する。

3. データ転送情報の正当性の証明

正当なデータ転送情報であることを証明する。

4. データ転送経路

一般的には、単に、データ受信局名を示す。正確には、データ転送経路の識別子、または、経路上で使用される伝送媒体の識別子を示す。

5. 伝送データ量

一データ転送期間で伝送されるデータ量を示す。データ転送の終了を示す場合には、例えば、伝送データ量＝0とする。

6. データ転送開始期間

データ転送の開始が可能な期間の先頭時刻と、末尾時刻を示す。

7. データ転送終了期間

データ転送を終了すべき期間の先頭時刻と、末尾時刻を示す。

8. 使用伝送帯域の要求範囲

データ転送に要求される使用帯域の範囲を示す。

9. 使用伝送帯域の制御範囲

データ送信局において操作可能な使用帯域の範囲を示す。

10. データ転送帯域割当ての優先度

データ転送相互間での順序指定、優先順位指定を可能とする場合に用いる。

【0058】上記中、1. データ送信装置識別子以外は、実施構成によりデータ転送情報中に明示されない場合がある。

【0059】アプリケーションが作成したデータ転送制御情報に基づきデータ転送指示を決定し、その結果をアプリケーションに通知する場合において、データ転送制御情報中の上記いずれかの条件が満たされない場合は、伝送制御情報に示された内容の伝送要求が受け付け不可能であることを示したデータ転送指示がアプリケーションに対して通知される。また、その場合は、送信装置に対するデータ転送指示は行われない。

【0060】また、データ転送制御情報をアプリケーションが作成し、かつ、そのデータ転送制御情報に基づくデータ転送指示の決定結果をアプリケーションに通知する以外の場合において、データ転送制御情報中に示された上記中のいずれかの条件が満たされない場合はそれらの条件は無視される。

【0061】つぎに回避型輻輳制御を用いたデータ転送において伝送指示中に明示される情報の例を以下に示す。

1. データ転送開始期間

データ転送を開始すべき期間の先頭時刻と、末尾時刻を指示する。単に、即時の送信開始を指示する場合には、

例えば、先頭時刻＝現在、末尾時刻＝現在または不定とする。また、伝送制御情報に示された内容の伝送要求が受け付け不可能な場合には、例えば、先頭時刻＝不定または無限遠とする。

2. データ転送識別子

いずれのデータ転送に対する伝送指示かを識別する。

3. データ転送終了（停止）期間

データ転送を終了（停止）すべき期間の先頭時刻と、末尾時刻を指示する。単に、伝送終了（停止）期限を指示する場合には、例えば、先頭時刻＝現在または不定、末尾時刻＝伝送終了（停止）期限とする。また、単に即時の送信停止を指示する場合には、例えば、先頭時刻＝現在または不定、末尾時刻＝現在とする。

4. データ転送経路

データ転送に使用すべき経路、または、伝送媒体を指示する。もしくは、単に受信端末を指定する。

5. 伝送データ量

一回の伝送指示で伝送を許可するデータ量の範囲を指示する。

6. 使用伝送帯域

使用帯域の範囲を指示する。

【0062】これらの情報を用いて帯域制御を実行することにより、伝送帯域の負荷に係わらず高い帯域利用率を達成し、正確なデータ転送時間の予測精度を得ることができるデータ転送が可能となる。この回避型輻輳制御方式によるデータ転送方式によれば、特定のアプリケーションに基づくデータ転送同士、例えばブロック伝送トラフィック同士による輻輳は回避される。

【0063】このような回避型輻輳制御方式では、受信局が、伝送チャネルの帯域を各送信局に配分する事で、原理的に輻輳を生じないが、その反面、各送信局においては、伝送の要求発生から、その開始までに、遅延が生じる。

【0064】回避型輻輳制御方式は、次の条件が満足されるデータ転送において適用可能となる。

1. 全ての送信局が、受信局からの指示に従属すること。
2. 伝送要求において、送信開始までの遅延が許容されること。

【0065】次に、データ転送ネットワークにおけるパケット・トラフィックの種類について説明する。伝送チャネル上のパケット・トラフィックは、送信局、および、受信局上で稼働するアプリケーション間のデータ伝送によって生じる。パケット・トラフィックには、大別して次に説明するa) 散発トラフィック、b) 狭帯域バースト・トラフィック、およびc) 広帯域バースト・トラフィックの3つの種類があり、それぞれ、発生源のアプリケーションにより事なる特性を持つ。

【0066】a) 散発トラフィック

分散処理環境における、RPC（リモート・プロシージ

ャ・コール)等のアプリケーションによるトラフィックである。

【0067】伝送データの内容は、遠隔CPU間で交わされる処理依頼メッセージや、それに対する処理結果メッセージであり、分散処理の効率の為、メッセージ伝送要求の発生から伝送開始までに遅延が少ないことを要求する。

【0068】また、当然、再送による遅延も問題となるため、伝送誤りの発生がまれであることを前提とするが、一般に、一回当たりの伝送データ量は少なく、トラフィック発生が散発的である為、輻輳の原因とはなりにくく、また、輻輳によるパケット損失の影響も受けにくい。

【0069】b) 狭帯域バースト・トラフィック
ファイル転送アプリケーションや、音声・動画などの時系列データ伝送アプリケーションによるトラフィックであり、複数パケットにまたがる大量のデータが伝送される。

【0070】この両者を狭帯域と位置づけるのは、次の理由による。

・VLSI技術や光ファイバ技術の向上により、伝送チャネルの帯域は、数百メガ〜数ギガ・ビット/秒オーダと広帯域化がなされている。

【0071】・ファイル転送では、送信局記憶中のファイルをパケットに分割しては逐次伝送し、受信局記憶にて再構成する。従来、ファイルの記憶には磁性体ディスク等の大容量記憶媒体が用いられるが、そのデータ入出力帯域は、数〜数十メガ・ビット/秒(1メガは10の6乗)程度と、伝送チャネルの帯域に比べ狭帯域であり、トラフィックの使用帯域もこれに律速される。

【0072】・時系列データ伝送では、使用帯域は、音声の場合、数十〜数百キロ・ビット/秒(1キロは10の3乗)程度と狭く、動画の場合でも、数〜数十メガ・ビット/秒(1メガは10の6乗)程度と、上記ファイル転送の使用帯域と同程度である。

【0073】この様なアプリケーションでは、パケットが連続して伝送される為、輻輳の原因となり易い。しかし、たとえ輻輳が生じて、ファイル転送では、個々のトラフィックは狭帯域ゆえに、パケットの消失は部分的であり、また、ファイル伝送の所要時間がラウンド・トリップ時間に比して十分長い為、再送が問題とならない。また、時系列データ伝送では、即時性要求が高く、もとより再送は不適であり、冗長符号による誤り訂正を行う為、パケットの消失も問題とならない。

【0074】c) 広帯域バースト・トラフィック
近年、高精細フルカラー画像を高速に印字出力するプリントサービス・アプリケーションが実用化に近づいており、ここでは、一ページ当たり数百メガ・ビットの高精細フルカラー画像を、複数ページにわたり、数百メガ・ビット/秒もの広帯域で連続して伝送する事が要求され

る。

【0075】このような伝送要求に応える方式としては、ブロック伝送方式が提案されている。ブロック伝送方式では、従来ボトルネックであった送信局、および、受信局の記憶に半導体メモリ等の広帯域の記憶媒体を大量に用いる事で、データ入出力のスループットを確保し、複数パケットを集約した大サイズのブロック単位に伝送処理を行う事で、従来、パケット単位の逐次伝送により生じていた伝送処理のオーバーヘッドを削減し、広帯域を得る。

【0076】しかし、一方で、伝送チャネルの帯域と同程度まで使用し得る為、他のトラフィックとの多重に際して、容易に輻輳を引き起こす。また、輻輳が生じると、広帯域ゆえに、パケット消失の影響を受けやすく、伝送効率が著しく低下し、アプリケーションの要求する帯域を達成する事が難しくなる。

【0077】従来の分散処理環境では、散発トラフィックの特性から、回復型の輻輳制御方式が必然的に採用されており、また、他に存在するトラフィックも、狭帯域トラフィックであるので、その適用条件は満たされていた。

【0078】これに対して、広帯域バースト・トラフィックでは、その特性から輻輳の回避が重要であり、原理的にこれをさけられない回復型の輻輳制御は適用できない。

【0079】以上を次式、および、図2を用いて説明する。従来のトラフィックは、図2において左下部分の斜線で示すトラフィック一本当たりの使用帯域が狭い領域であり、輻輳を原因とする伝送誤りの影響は少なかった。しかし、図2右上の斜線領域で示す広帯域バーストトラフィックは、トラフィック一本当たり伝送チャネルの帯域と同程度までの広い帯域を使用する為、輻輳時に生じる伝送誤りが多くなる。また、次式に示すように、ブロック伝送においては、ブロックを構成するパケット数に応じて指数関数的にブロック誤りを生じるため、原理的に輻輳を回避することが不可能な回復型輻輳制御を適用することはできない。

【0080】

$$【数1】 P_{blk} = 1 - (1 - P_{pkt})^{N_{pkt}}$$

P_{blk} : 1ブロック中に伝送誤りが生じる確率

P_{pkt} : パケットの消失確率

N_{pkt} : 1ブロック中のパケット数

【0081】広帯域バースト・トラフィックのみが多重化される場合に条件を絞り、回避型輻輳制御方式を適用した構成が特願平08-17949号(平成8年2月2日出願)において述べられている。

【0082】この特願平08-17949号に開示された構成は、伝送帯域の負荷に係わりなく、高い帯域利用効率、正確なデータ伝送時間の予測精度を得ることができるデータ伝送技術を提供することを目的とした構成で

あり、1. 広帯域バースト・トラフィックの各データ伝送の開始時刻、終了時刻、送信端末、受信端末、経路、使用帯域の変化といった伝送状況を掌握し、これらの情報を確定的に既知とすること。2. 各データ伝送を一元的に制御し、全てのデータ伝送の帯域使用状況を制御対象とし、制御量を全伝送の帯域使用量、目標値を伝送媒体の最大伝送帯域とする定値制御を行うようにしている。

【0083】特願平08-17949号に示された構成は、各広帯域バースト・トラフィック・データ伝送の帯域利用状況を正確に取得する構成を持つ。特願平08-17949号において、データ伝送を行うアプリケーションの伝送対象となるデータは、データ伝送の開始以前に、送信端においてその全体が存在しているもののみである。回避型輻輳制御方式が適用されるアプリケーションは、データ伝送の開始以前に、送受信端末間で伝送データ量等の制御情報が交換される。

【0084】この回避型輻輳制御方式により、広帯域バースト・トラフィック同士の多重による輻輳は解決される。しかしながら、特願平08-17949号において開示された回避型輻輳制御方式では、一本の広帯域バースト・トラフィックと、従来のトラフィックの多重による輻輳の発生を解決することはできない。データ転送ネットワークでは、さまざまな種類のデータが転送されており、それぞれの転送データが、各々回復型制御方式、または回避型制御方式によってデータ転送を実行すると、結果としてネットワーク全体としての帯域制御は困難となるのが現状である。

【0085】従来のトラフィックの多くは、先述の理由で回復型輻輳制御を行うものが主流であり、その送信局は送信局独自に帯域の設定を実行し、受信局からの回避型輻輳制御の指示には従属しない。

【0086】そこで、広帯域バースト・トラフィックの伝送開始に際して、他のトラフィックの使用帯域を見積り、残りの伝送チャネル帯域を使用することで輻輳を回避する手法が、「データ転送装置および方法」（平成9年6月3日出願：発明者 吉村浩一）に示されている。

【0087】しかし、この手法は、広帯域バースト・トラフィックの伝送中に、他のトラフィックの使用帯域が変動しない事を前提としており、図3に示すごとく、他のトラフィックの使用帯域が途中で増加し、広帯域バースト・トラフィックとの総使用帯域が、伝送チャネルの帯域を越えると、輻輳を生じるという問題がある。

【0088】図3に示すのは、複数の送信局からの受信局に対するデータ送信と各帯域との関係を示すもので、図3の左側の複数の送信局がそれぞれの帯域でデータ送信を任意のタイミングで実行すると、受信局側の使用帯域グラフの斜線部に示す領域が伝送チャネル帯域を上回ることになり、この結果、輻輳が発生することを示している。

【0089】

【発明が解決しようとする課題】この発明は以上の事情を考慮してなされたものであり、広帯域バースト・トラフィックの送信帯域を、他のトラフィックの使用帯域の増加にあわせて、動的に制御し、伝送帯域の負荷に係わりなく、高い帯域利用効率、正確なデータ伝送を実行することの可能なデータ伝送技術を提供することを目的としている。

【0090】

【課題を解決するための手段】広帯域バースト・トラフィックとの多重に際して、輻輳を生じるのは、主に、従来の狭帯域バースト・トラフィックであることに着目すると、以下のヒントが得られる。

【0091】1) 従来の狭帯域バースト・トラフィック一本ずつの使用帯域は、先述の通り比較的安定している。つまり、広帯域バースト・トラフィックから見た、他のトラフィックの使用帯域の増加は、新たな狭帯域バースト・トラフィック発生が原因である。

【0092】2) 通常、狭帯域バースト・トラフィックのように、連続した一連のパケットを伝送する場合には、接続指向の伝送が行われる。つまり、送受信バッファ等の資源をパケット毎に個別に確保するのではなく、予め、一連のパケットに繰り返し使用する資源を確保しておく事で、パケット毎のオーバーヘッドを削減する。

【0093】この為に、受信局と各送信局の間では、トラフィック発生に先立ち、接続の為のメッセージが交換される。

【0094】3) 狭帯域バースト・トラフィックを生じるアプリケーションは、例えば、ftpやlpr、または、rprintなどのように、パケット交換ネットワーク毎に固定的であり限定可能である。

【0095】本発明のデータ伝送装置およびデータ伝送方法は、上記ヒントに基づき、新たな狭帯域バースト・トラフィックの発生に先立ち、接続メッセージが送受信局間で交換される事を利用し、その結果、総使用帯域の増加が生じるまでの時間内に、広帯域バースト・トラフィックの送信帯域を抑制する事で、制御遅れによる輻輳を回避する。

【0096】上述の目的を達成するために、本発明のデータ伝送装置は、データ送信局と、データ受信局と、データ送信局からのデータ・パケットをデータ受信局に伝送するデータ伝送チャネルとを含むデータ伝送装置において、データ送信局は、該データ送信局からデータ受信局へのデータ伝送に使用するデータ伝送チャネルの送信帯域をデータ受信局から指示される送信帯域に基づいて制御する送信帯域制御手段と、該送信帯域制御手段によって制御された送信帯域に基づき、データ受信局に対してデータを送信するデータ送信手段とを有し、データ受信局は、受信データ・パケット・トラフィックの伝送チャネルの使用帯域を測定する使用帯域測定手段と、デー

タ受信局に対するデータを送信中であるデータ送信局以外の他のデータ送信局からのデータ受信局に対する伝送チャネルを使用した新たなデータ・パケット伝送に関する接続メッセージを検知する接続検知手段と、使用帯域測定手段によって測定される現在の伝送チャネルの使用帯域と、接続検知手段によって検知された接続メッセージに基づく新たなデータ・パケット伝送によって生ずる推定使用帯域との総和が伝送チャネルの帯域を超えないように、データ・パケットを送信中のデータ送信局の新たな送信帯域を決定し、該決定された新たな送信帯域をデータ送信局に対して通知する送信帯域決定手段と、を有することを特徴とする。

【0097】また、本発明のデータ伝送装置におけるデータ受信局は、アプリケーションに対応するプロトコル識別子、および接続識別子のテーブルを有し、接続検知手段は、受信パケット中に含まれるプロトコル識別子および接続識別子に基づいてアプリケーションを特定し、接続メッセージを検知することを特徴とする。

【0098】また、本発明のデータ伝送装置におけるデータ受信局における接続検知手段は、データ送受信を実行するアプリケーションごとに設けられ、該各アプリケーションにおける接続メッセージの交換により接続メッセージの検知を行うことを特徴とする。

【0099】また、本発明のデータ伝送装置におけるデータ受信局は、アプリケーション毎の推定使用帯域の対応テーブルを有し、該対応テーブルに基づいて接続メッセージの検知されたアプリケーションの推定使用帯域を判定する構成を有することを特徴とする。

【0100】さらに、本発明のデータ伝送方法は、データ送信局と、データ受信局と、データ送信局からのデータ・パケットをデータ受信局に伝送するデータ伝送チャネルを含むデータ伝送装置におけるデータ伝送方法において、データ受信局は、受信データ・パケット・トラフィックの伝送チャネルの使用帯域を測定する使用帯域測定ステップと、データ受信局に対するデータを送信中であるデータ送信局以外の他のデータ送信局からのデータ受信局に対する伝送チャネルを使用した新たなデータ・パケット伝送に関する接続メッセージを検知する接続検知ステップと、使用帯域測定手段によって測定される現在の伝送チャネルの使用帯域と、接続検知手段によって検知された接続メッセージに基づく新たなデータ・パケット伝送によって生ずる推定使用帯域との総和が伝送チャネルの帯域を超えないように、データ・パケットを送信中のデータ送信局の新たな送信帯域を決定し、該決定された新たな送信帯域をデータ送信局に対して通知する送信帯域決定ステップとを有し、データ送信局は、データ受信局の送信帯域決定ステップによって決定された新たな送信帯域に基づいて、データ送信局からデータ受信局へのデータ伝送に使用するデータ伝送チャネルの送信帯域を制御する送信帯域制御ステップと、該送信帯域

制御ステップによって制御された送信帯域に基づき、データ受信局に対してデータを送信するデータ送信ステップと、を有することを特徴とする。

【0101】また、本発明のデータ伝送方法におけるデータ送信局における送信帯域制御ステップによるデータ伝送帯域の変更は、データ受信局によって検知された接続メッセージに基づく前記他の送信局からの新たなデータ・パケット伝送による伝送チャネルの使用帯域の増加が発生する以前の時点に実行されることを特徴とする。

【0102】また、本発明のデータ伝送方法におけるデータ受信局は、特定アプリケーションに対応するプロトコル識別子、および接続識別子のテーブルを有し、データ受信局における接続検知ステップは、受信パケット中に含まれるプロトコル識別子および接続識別子に基づいてアプリケーションを特定するステップを有する。

【0103】また、本発明のデータ伝送方法におけるデータ受信局における接続検知ステップは、データ送受信を実行するアプリケーションごとの接続メッセージの交換ステップによって実行される。

【0104】また、本発明のデータ伝送方法におけるデータ受信局は、アプリケーション毎の推定使用帯域の対応テーブルを有し、該対応テーブルに基づいて接続メッセージの検知されたアプリケーションの推定使用帯域を判定するステップを有する。

【0105】

【発明の実施の形態】本発明のデータ伝送装置における一実施例の構成を図4に示す。

【0106】本発明のデータ伝送装置の主な構成要素は、データ送信局、データ受信局、およびこれらデータ送信局とデータ受信局間においてデータ伝送を行うデータ伝送チャネルである。

【0107】本発明のデータ伝送装置における送信局は、本発明のデータ伝送装置における受信局との間で、広帯域バースト・トラフィックによるブロック伝送を行い、送信帯域制御手段1を有する。

【0108】送信帯域制御手段1は、受信局から通知される伝送指示に従って、データ送信の開始およびデータ送信の帯域変更等の制御を実行する。

【0109】本発明のデータ伝送装置における受信局は、本発明のデータ伝送装置の送信局からの広帯域バースト・トラフィックと、その他の送信局からの従来のトラフィックとが、同一伝送チャネル上に多重されたパケット・トラフィックを受信し、使用帯域測定手段2、接続検知手段3、送信帯域決定手段4を有する。

【0110】使用帯域測定手段2は、伝送チャネルにて多重され、受信局で受信されたパケット・トラフィックによる総使用帯域を測定する。

【0111】接続検知手段3は、従来の狭帯域バースト・トラフィックの伝送開始に先行して行われる接続メッセージ交換を検知する。

【0112】送信帯域決定手段4は、広帯域バースト・トラフィックの伝送開始時には、伝送チャネルにて多重されたパケット・トラフィックによる使用帯域の測定結果に基づき、広帯域バースト・トラフィックの送信帯域の初期値を決定して、本発明のデータ伝送装置の送信局へと指示する。

【0113】また、送信帯域決定手段4は、広帯域バースト・トラフィックの期間中に、接続メッセージの交換が検知された場合には、広帯域バースト・トラフィックの送信帯域の変更値を決定し、決定された変更値を本発明のデータ伝送装置の送信局へと指示する。

【0114】送信局における送信帯域制御手段1の実施例を図5により説明する。送信帯域制御手段1は、パケット送信機能11と、送信間隔計数機能12を有する。

【0115】パケット送信機能11は、アプリケーションの送信データS01を、パケットに分割し、信号S02により、パケットごとに伝送チャネルに送信する。パケットの送信は、送信間隔計数機能12からの開始信号S11ごとに行われる。

【0116】送信間隔計数機能12は、送信間隔 T_{Tx} を計数毎に、パケット送信指示信号S11をパケット送信機能11に通知する。計数のためのクロックは任意であり、伝送チャネルへの送信クロック、あるいは伝送チャネルから引き込んだ受信クロックなどがある。送信間隔 T_{Tx} は、パケット長 L 、および、信号S03で通知される指示送信帯域 R_{Tx} に対して、次の式で与えられる。

【0117】

$$\text{【数2】 } T_{Tx} = L / R_{Tx}$$

【0118】送信間隔 T_{Tx} の初期値は無限大、つまり、送信停止状態とする。送信計数機能は、ゼロより大きい指示送信帯域 R_{Tx} の指示を信号S03により受ける毎に、上式により対応する送信間隔 T を求め、以後は間隔 T を計数するごとに、信号S11により送信開始を通知する。図6により上記動作を説明する。

【0119】図6において、送信帯域制御手段の動作がスタート（ステップ601）すると、まず、送信間隔 T_{Tx} の初期値が無限大（ ∞ ）に設定（ステップ602）される。次にステップ603、およびステップ611において、受信局からの信号による送信帯域 R_{Tx} の指示を待つ。 $T_{Tx} = \infty$ 、かつ受信局から送信局に対して送信帯域 R_{Tx} の指示がない間は、ステップ603とステップ611間でループする。受信局から送信局に対して送信帯域 R_{Tx} の指示があると、ステップ604において、送信間隔 T_{Tx} が、パケット長 L 、および、指示送信帯域 R_{Tx} に基づいて、前出の式、 $T_{Tx} = L / R_{Tx}$ により決定される。ステップ605で計時すべき時間 T が $T = T_{Tx}$ に設定され、ステップ606において、 $T = T - \Delta \text{Clock}$ により時間の計時がなされる。ステップ607で時間 T の経過が確認されると、ステップ

608に進み、パケットが送信される。ステップ607で時間 T が経過しない場合は、ステップ603へ戻る。ステップ608のパケット送信が終了すると、ステップ609において再び、 $T = T_{Tx}$ の設定がなされ、ステップ610において伝送終了と判断されるまで、ステップ603に戻り、次のパケット転送に関して同様のステップが繰り返される。

【0120】次に使用帯域測定手段2の実施例を図7により説明する。使用帯域測定手段2は、パケット受信機能21と受信間隔計数機能22を有する。

【0121】パケット受信機能21は、受信局への伝送チャネル上で多重されたパケットS02の受信毎に、信号S21によりパケットの受信を通知する。受信されたパケットS04はアプリケーションに出力される。

【0122】受信間隔計数機能22は、信号S21によりパケット受信の通知を受けると、受信間隔 T_{Rx} の計数を開始し、以降は新たなパケットの受信が通知される度に、信号S05にて使用帯域 R_{Rx} を出力する。使用帯域 R_{Rx} は、パケット L 、および、受信間隔 T_{Rx} に対して、次の式で与えられる。

【0123】

$$\text{【数3】 } R_{Rx} = L / T_{Rx}$$

【0124】次に接続検知手段3の実施例を図8により説明する。接続検知手段3は、パケット検査機能31を有する。パケット検査機能31は、伝送チャネルを介して送付されるパケット中の接続メッセージの検出を実行する。

【0125】特定アプリケーションの接続メッセージの検知は、受信パケットのプロトコル識別子、および、接続識別子を検査する事で可能である。各アプリケーションのデータは、パケット化され、階層化されたプロトコルの機能を使って伝送されるため、一般に図9に示す構造を持っている。すなわち、階層（ N ）のプロトコルの情報には、1つ上位の階層（ $N+1$ ）プロトコルを指定する情報が含まれており、これがプロトコル識別子である。また、同時に複数のアプリケーションが、同一のプロトコルを使用してデータ伝送を行う場合、パケットには宛先のアプリケーションを識別する為の情報が含まれており、これが接続識別子である。接続識別子の例としては、UDPやTCPにおけるポート番号や、ATMにおけるVPI/VCI（仮想パス識別子／仮想チャネル識別子）などがある。

【0126】パケット検査機能は、図10に示す様な検知すべき特定アプリケーションに対応するプロトコル識別子、および、接続識別子のテーブルを保持し、受信パケットS05のプロトコル識別子、および、接続識別子を検査して、両識別子がテーブル中のエントリに一致する場合に、接続メッセージを検知したアプリケーションを信号S06にて通知する。

【0127】また、接続検知手段の実施例として、受信

局上で狭帯域バースト・トラフィック伝送を行うアプリケーション毎に設けられ、各アプリケーションにおいて、接続メッセージの交換が行われた際に、明示的にこれを信号 S 0 6 に通知するようにしてもよい。

【0128】次に送信帯域決定手段 4 の実施例を図 1 1 により説明する。送信帯域決定手段 4 には、増加帯域推定機能 4 1 と、送信帯域指示機能 4 2 がある。

【0129】増加帯域推定機能 4 1 は、図 1 2 に示す様な、各アプリケーションに対応するトラフィック一本当たりの使用帯域をテーブルに保持し、信号 S 0 6 にて、接続メッセージが検知されると、これに対応する使用帯域を求め、推定増加帯域として信号 S 4 1 にて通知する。

【0130】送信帯域指示機能 4 2 は、信号 S 0 5 にて通知される使用帯域を記憶し、広帯域バースト・トラフィックの伝送開始に際しては、伝送チャネルの帯域から使用帯域を引いた残りを指示送信帯域：R T x として信号 S 0 3 により指示し、これを記憶する。また、広帯域バースト・トラフィックの伝送中に信号 S 4 1 にて推定増加帯域が通知されると、広帯域バースト・トラフィックの指示送信帯域の変更値：R T x ' を算出し直して、信号 S 0 3 により指示し、これを記憶する。指示送信帯域の変更値：R T x ' は、現在の指示送信帯域：R T x、伝送チャネルの帯域：R c h a n n e l、現在の使用帯域：R c u r r e n t、および、推定増加帯域：R d e l t a に対して、次の式で与えられる。

【0131】

【数 4】 $R T x' = R T x - (R c u r r e n t + R d e l t a - R c h a n n e l)$

【0132】現在の指示送信帯域：R T x が、上記式によって得られる送信帯域の変更値：R T x ' に変更され、パケット送信が実行されることにより、伝送チャネルの帯域：R c h a n n e l を超過する競合および輻輳の防止が可能となる。

【0133】このように本発明のデータ伝送装置および方法は、データ伝送の送信帯域を動的に制御するものであり、その効果は、伝送チャネルの利用率が高い場合に顕著となる。本発明の効果を示すのが図 1 3 である。従来の輻輳制御方式では、伝送チャネルの利用率が高くなるにつれ、急激に伝送効率が低下する。しかし、本発明の構成によれば、伝送チャネルの利用率が高い状況においても、使用帯域を考慮した帯域設定、変更が実行されるため、伝送効率の低下は発生しないこととなる。

【0134】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明のデータ伝送装置およびデータ伝送方法によれば、広帯域バースト・トラフィックと、複数の送信局から各々任意のタイミングで送信される従来のトラフィックを多重して伝送を行う場合でも、広帯域バースト・トラフィックの送信

帯域を、他のトラフィックの使用帯域の増加に先駆けて、動的に抑制する為、伝送チャネル帯域の 1 0 0 % に近い帯域使用率においても、制御遅れによる輻輳を回避し、パケット消失を防ぐことで、高い伝送効率を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 多重化バッファにおける輻輳の説明図である。

【図 2】 トラフィック使用帯域と輻輳時のパケット消失の関係の説明図である。

【図 3】 広帯域バースト・トラフィック伝送中の他トラフィック使用帯域増加による輻輳の説明図である。

【図 4】 本発明のデータ伝送装置の手段構成の説明図である。

【図 5】 送信帯域制御手段の実施例の説明図である。

【図 6】 送信帯域制御手段の動作例の説明図である。

【図 7】 使用帯域測定手段の実施例の説明図である。

【図 8】 接続検知手段の実施例の説明図である。

【図 9】 パケットの構造の説明図である。

【図 1 0】 監視パケットテーブルの説明図である。

【図 1 1】 送信帯域決定手段の実施例の説明図である。

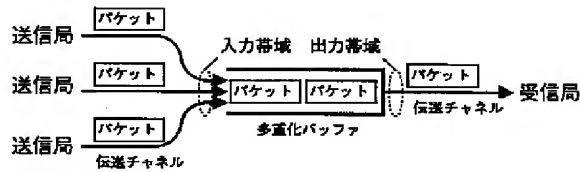
【図 1 2】 アプリケーション推定使用帯域テーブルの説明図である。

【図 1 3】 本発明の効果予測の説明図である。

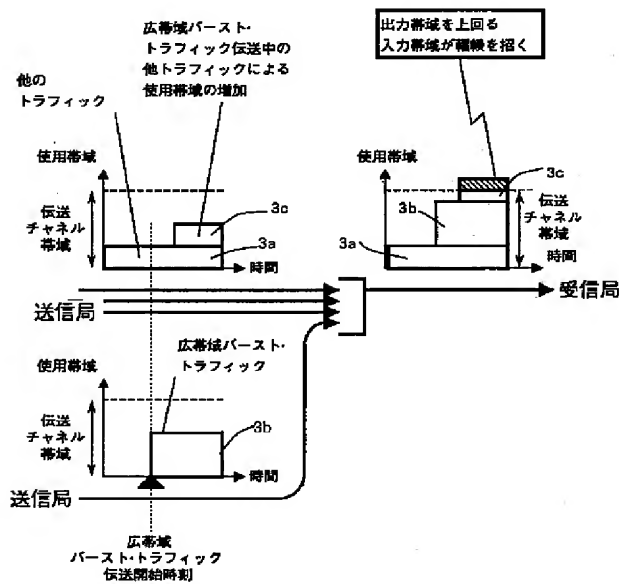
【符号の説明】

- | | |
|-------|------------------|
| 1 | 送信帯域制御手段 |
| 2 | 使用帯域測定手段 |
| 3 | 接続検知手段 |
| 4 | 送信帯域決定手段 |
| 1 1 | パケット送信機能 |
| 1 2 | 送信間隔計数機能 |
| 2 1 | パケット受信機能 |
| 2 2 | 受信間隔計数機能 |
| 3 1 | パケット検査機能 |
| 4 1 | 増加帯域推定機能 |
| 4 2 | 送信帯域指示機能 |
| S 0 1 | アプリケーションからの入力データ |
| S 0 2 | パケット |
| S 0 3 | 指示送信帯域通知 |
| S 0 4 | アプリケーションへの出力データ |
| S 0 5 | 使用帯域通知 |
| S 0 6 | 接続メッセージ検知通知 |
| S 1 1 | パケット送信指示 |
| S 2 1 | パケット受信通知 |
| S 4 1 | 推定増加帯域 |

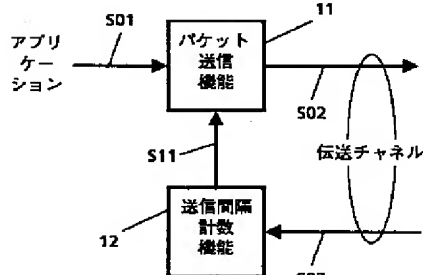
【図1】



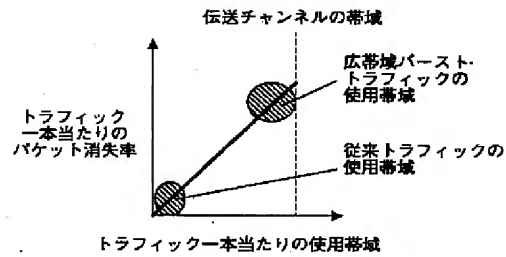
【図3】



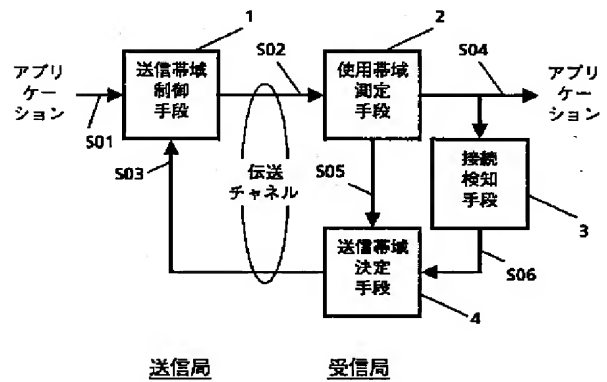
【図5】



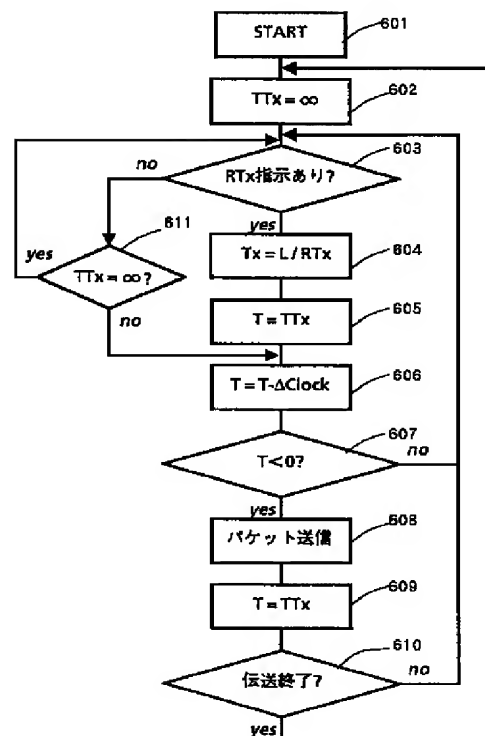
【図2】



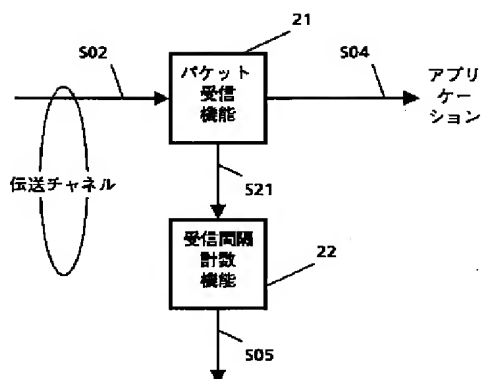
【図4】



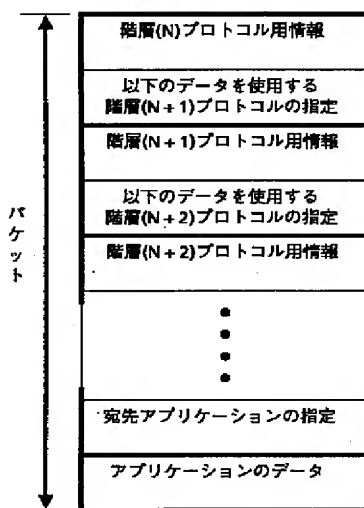
【図6】



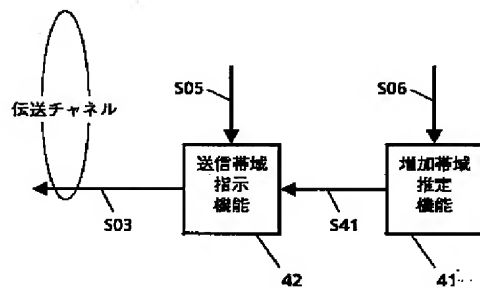
【図 7】



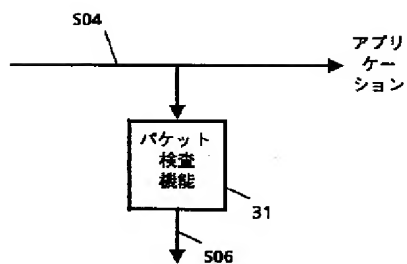
【図 9】



【図 11】



【図 8】



【図 10】

アプリケーション識別子	プロトコル識別子	接続識別子
1		
2		
3		
⋮	⋮	⋮

【図 12】

アプリケーション識別子	推定使用帯域
1	
2	
3	
⋮	⋮

【図 13】

